

doi: 10. 20238/j. issn. 1671-4172. 2025. 05. 018

张勤思, 代克刚, 白云, 等. 西藏日土县久垄铁矿床地质-地球物理找矿模型[J]. 有色金属(矿山部分), 2025, 77(5): 153-161.

ZHANG Qinsi, DAI Kegang, BAI Yun, et al. Geological-geophysical prospecting model of Jiulong iron deposit in Ritu County, Tibet[J]. Nonferrous Metals(Mining Section), 2025, 77(5): 153-161.

## 西藏日土县久垄铁矿床地质-地球物理找矿模型

张勤思<sup>1,2</sup>, 代克刚<sup>3</sup>, 白云<sup>1,2</sup>, 唐莉<sup>1,2</sup>, 肖禹<sup>1,2</sup>,

黄永高<sup>1,2</sup>, 易超<sup>1,2</sup>, 周磊<sup>1,2</sup>, 尹滔<sup>1,2</sup>

(1. 四川省综合地质调查研究所, 成都 610081;

2. 稀有稀土战略资源评价与利用四川省重点实验室, 成都 610081;

3. 西藏地质矿产勘查开发局第五地质大队, 拉萨 850000)

**摘要:** 班公湖-怒江成矿带是我国西藏一条重要的成矿带, 成矿条件优越, 成矿作用显著, 一直备受地质学者们重视, 久垄铁矿床位于班公湖-怒江成矿带西段, 隶属西藏阿里地区日土县管辖, 是近几年新发现的一处矽卡岩型铁矿床。文章选择久垄铁矿床为研究对象, 在分析了该区域地质背景和矿区地质特征以及地球物理异常特征的基础上, 进一步总结了地质-地球物理的找矿标志, 系统构建了地质-地球物理综合找矿模型。依据构建的地质-地球物理综合找矿模型为指导, 在久垄-它扎-垄东嘎尔布地区圈出找矿靶区 3 处, I 类找矿靶区 2 处(久垄、它扎), II 级找矿靶区 1 处(垄东嘎尔布), 久垄、它扎 I 类找矿靶区施工探槽+钻探工程揭露验证, 发现了厚大的富磁铁矿体, 深部和外围地段找矿潜力大。

**关键词:** 班公湖-怒江成矿带; 矽卡岩型铁矿床; 找矿标志; 找矿模型; 久垄

中图分类号: TD15

文献标志码: A

文章编号: 1671-4172(2025)05-0153-09

### Geological-geophysical prospecting model of Jiulong iron deposit in Ritu County, Tibet

ZHANG Qinsi<sup>1,2</sup>, DAI Kegang<sup>3</sup>, BAI Yun<sup>1,2</sup>, TANG Li<sup>1,2</sup>, XIAO Yu<sup>1,2</sup>,

HUANG Yonggao<sup>1,2</sup>, YI Chao<sup>1,2</sup>, ZHOU Lei<sup>1,2</sup>, YIN Tao<sup>1,2</sup>

(1. Sichuan Institute of Comprehensive Geological Survey, Chengdu 610081, China;

2. Evaluation and Utilization of Strategic Rare Metals and Rare Earth Resource Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu 610081, China;

3. The Fifth Geological Brigade, Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lasa 850000, China)

**Abstract:** The Bangonghu-Nujiang metallogenic belt is an important metallogenic belt in Tibet, China, which has been given great importance by geologists because of its favorable metallogenic conditions and significant mineralization. The Jiulong Iron deposit in the western section of the Bangonghu-Nujiang metallogenic belt is a newly discovered skarn type iron deposit in Ritu County, Ali Prefecture, Tibet. In this paper, the Jiulong Iron deposit is selected as the research object to construct the geological-geophysical prospecting model, on the basis of a comprehensive description and analysis of the regional geological background, geological characteristics, and geophysical anomaly characteristics of the mining area, and a further summary of the geological-geophysical prospecting indicators. According to the integrated geological-geophysical prospecting model, three ore targets were identified in the Jiulong-Tazha-Longdonggaerbu area: two Class I targets (Jiulong and Tazha) and one Class II target (Longdonggaerbu). The construction channel and drilling engineering in the Class I target areas confirmed large magnetic-rich ore bodies. The deep and the peripheral regions have great ore prospecting potential.

收稿日期: 2024-11-11

基金项目: 国土资源部中央地质勘查基金项目(2013-068); 国家重点研发计划项目(2022YFC2905001); 中国地质调查局青藏专项(12120114048101)

作者简介: 张勤思(1993—), 女, 从事矿产勘查和地质调查工作。

通信作者: 白云(1982—), 男, 高级工程师, 从事矿产勘查和地质调查工作。

**Key words:** Bangonghu-Nujiang metallogenic belt; skarn type iron deposit; prospecting indicator; prospecting model; Jiulong

找矿模型是在已发现矿床成矿特征与成矿规律研究基础上,对该类型矿床所具有特殊意义的地质、地球化学、地球物理、遥感信息等基础要素进行充分发掘与综合分析,从中优先出直接或间接有效性的信息作为找矿标志,并在确定了找矿标志与找矿方法最佳组合后,建立起来的一种找矿模型(陈毓川等,1993;唐菊兴等)<sup>[1-4]</sup>。根据建立找矿模型所使用的地质、地球物理、地球化学、遥感信息等资料与找矿方法手段组合,可将找矿模型划分为经验找矿模型、地质-地球化学找矿模型、地质-地球物理找矿模型和多元信息综合找矿模型等(陈毓川等,1993;唐菊兴等,2010;施俊法等,2010;肖克炎等,1994)<sup>[1-4]</sup>。地质-地球物理找矿模型是发挥了地球物理勘探技术优势,把已总结的单解性地球物理标志与矿床地质特征结合为一体,以图表的形式进行构建表示,以指导同类型矿床找矿勘查部署,达到提高找矿工作效果<sup>[1-4]</sup>。久垄铁矿床位于班公湖-怒江成矿带西段,行政区划隶属西藏阿里地区日土县热帮乡龙木卡村管辖,地理坐标为东经 $80^{\circ}25'25''\sim 80^{\circ}33'55''$ 、北纬 $32^{\circ}39'59''\sim 32^{\circ}46'59''$ ,是近年来地质找矿工作中新发现的典型矽卡岩型铁矿床。本文选择久垄铁矿床为研究对象,在中央地质勘查基金项目资助下,通过实施1:10 000地质填图、1:10 000地面高精度

磁法测量,结合探槽揭露追索与钻探工程验证的综合勘查技术方法,实现了重大找矿突破。文章在研究分析成矿地质背景、矿区地质特征和地球物理异常基础上,凝练了矿床地质-地球物理找矿标志,建立了该区域的地质-地球物理综合找矿模型,圈定了多处找矿靶区,并布置了工程验证对圈定的找矿靶区,验证结果表明找矿效果显著,旨在为区域找矿提供了新的工作方向和新的勘查思路与借鉴作用。

## 1 成矿地质背景

久垄铁矿床大地构造位置位于班公湖-怒江成矿带西段南侧,冈底斯-腾冲板片(Ⅲ)班戈-八宿分区(Ⅲ<sub>2</sub>)狮泉河小区(Ⅲ<sub>2</sub><sup>1</sup>),区域发育大面积狮泉河蛇绿混杂岩带,蛇绿混杂岩带展布严格受EW-NE向断裂构造所控制,蛇绿混杂岩带内部结构较为复杂,蛇绿岩各组分较为齐全,堆晶岩系发育,主要由砂岩、砂板岩构成基质,蛇绿岩岩片,碳酸盐岩片,浊积岩岩片、火山岩岩片等呈构造肢解的岩块散布于其中,韧性剪切带构造也较为发育。研究区成矿区带属于日土-改则中生代铬铁矿多金属成矿亚带(Ⅲ-1-(1)),被北部巴错断裂F<sub>5</sub>与南部噶尔-玉多深大断裂F<sub>6</sub>所夹持,主体构造线呈北西向-南东向展布的成矿地质背景和成矿地质条件<sup>[5-6]</sup>(图1)。

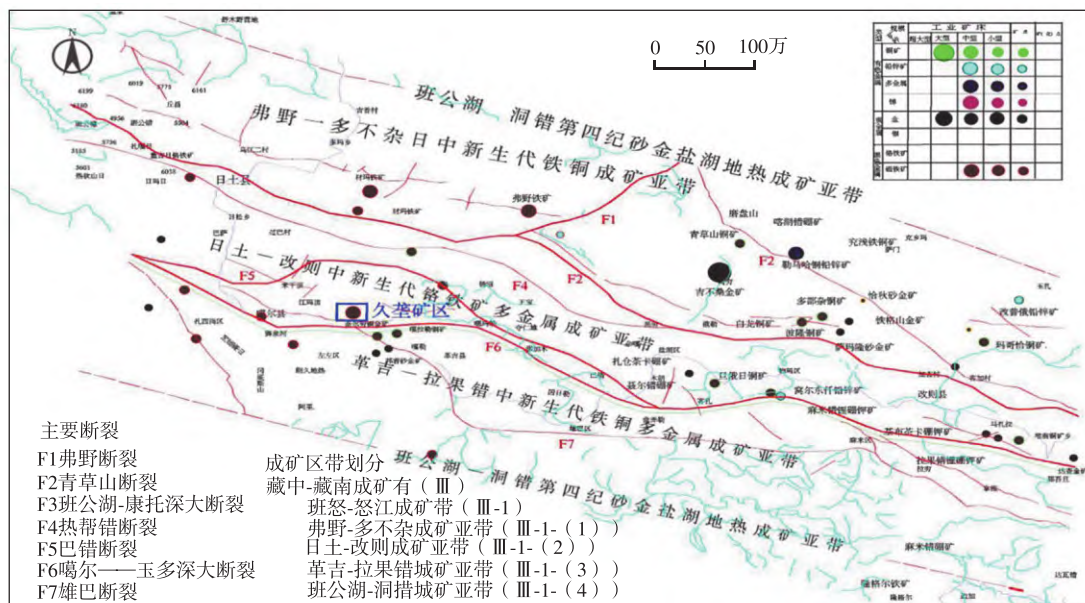


图1 研究区大地构造位置图

Fig. 1 Geotectonic location map of the study area

## 2 矿区地质特征

### 2.1 地层

矿区内出露的主要地层为中-上侏罗统拉贡塘组( $J_{2-3}lg$ )与第四系全新统坡积、残积及沼泽堆积物(Q)。中-上侏罗统拉贡塘组( $J_{2-3}lg$ )倾向北东 $330^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ,倾角为 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。中-上侏罗统拉贡塘组一段( $J_{2-3}lg^1$ )岩

性为黄褐色-深灰色中层状长石石英砂岩、深灰色薄层状粉砂岩、粉砂岩夹泥质板岩,中-上侏罗统拉贡塘组二段( $J_{2-3}lg^2$ )岩性为黄褐色-灰白色薄-中层状结晶灰岩、深灰色中-厚层状生物碎屑灰岩、灰白色中层状角砾状灰岩,中-上侏罗统拉贡塘组三段( $J_{2-3}lg^3$ )岩性为灰白色凝灰岩、流纹质凝灰岩<sup>[7-8]</sup>(图2)。

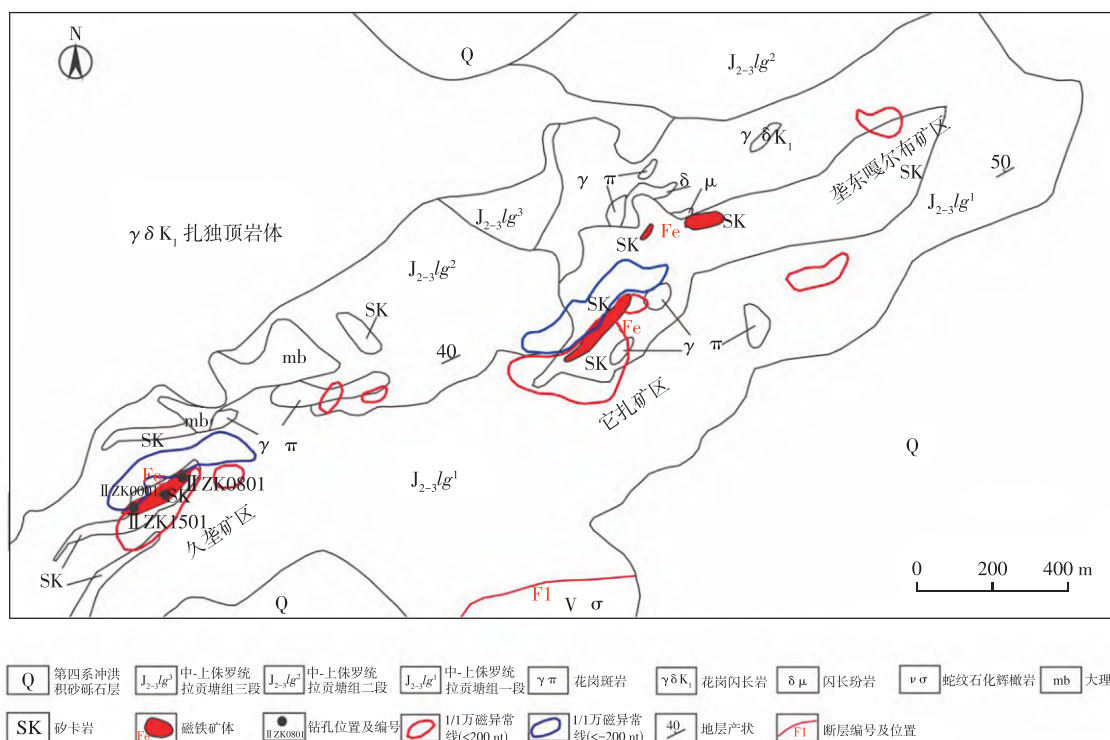


图2 研究区地质矿产简图  
Fig. 2 Geological and mineral map of the study area

### 2.2 构造

研究区主体构造北东-南西向,为由一系列北东-南西向断裂构成,断裂主要为逆断层,向北倾,倾角较陡,产状约为 $310^{\circ}\angle 70^{\circ}$ ,其中一条断裂在日阿附近构成灰岩(北盘)和南侧凝灰质砂板岩之间的分界断裂,灰岩中发育与断裂同向的密集劈理,断裂附近的灰岩存在明显的压碎和重结晶现象<sup>[7-8]</sup>。砂岩中大量发育褶皱构造,矿区内中部出露一向形褶皱构造,向形褶皱构造北西翼产状为 $115^{\circ}\angle 35^{\circ}$ ,南东翼产状为 $358^{\circ}\angle 46^{\circ}$ 。

### 2.3 岩浆岩

岩浆岩分布较广,矿区外围北西侧出露大面积扎独顶岩体( $\gamma\delta K_1$ ),矿区内主要可见似斑状花岗闪长岩( $\gamma\delta$ )、花岗斑岩( $\gamma\pi$ )、闪长玢岩( $\delta\mu$ )与蛇纹石化辉橄岩( $v\sigma$ )等岩浆岩,花岗斑岩岩体为成矿提供了主要热源与物质来源<sup>[7-8]</sup>。

### 2.4 变质作用

变质作用主要为接触变质作用,主要发生在侵入体与围岩的接触部位,常见有砂卡岩(SK)与大理岩(mb)等,砂卡岩与成矿关系十分密切<sup>[7-8]</sup>。

## 3 地球物理特征

### 3.1 岩(矿)石物性特征

为了详细了解研究区内岩(矿)石物性特征,采集岩(矿)石物性测定标本共计90件,其中,磁铁矿矿石标本10件,岩石标本80件,其中灰岩10件、粉砂岩10件、砂岩10件、砂卡岩10件、花岗斑岩10件、闪长玢岩10件和辉橄岩10件,通过采用WCZ-1型质子磁力仪,观测计算剩余磁化强度 $M_r$ 和磁化率 $K$ 两种参数,各类岩(矿)石磁物性标本的测定统计结果见表1。

从岩(矿)石物性参数测定结果可知,区内磁铁矿



表 1 岩(矿)石磁性参数测定统计表

Table 1 Statistical table for determination of magnetic parameters of rock (ore)

岩矿石名称	块数	剩余磁化强度(Mr)( $\times 10^{-3} \text{ A} \cdot \text{m}^{-1}$ )			磁化率(K)( $\times 10^{-5} \text{ SI}$ )		
		常见值	变化范围	最大值	常见值	变化范围	最大值
磁铁矿	10	4 230	771~6 903	7 083	5 240	4 350~5 620	5 960
矽卡岩	10	179	78~266	288	28.6	24~30.5	30.7
灰岩	10	95	40~155	173	6.7	5.4~7.6	8.7
粉砂岩	10	64	31~92	140	5.6	3.8~6.7	72
砂岩	10	54	13~93	108	5.9	4.3~6.7	7.6
花岗闪长岩	10	114	85~165	175	17.9	16.2~19.1	19.9
闪长玢岩	10	149	55~190	279	22	18.6~24.5	27.2
花岗斑岩	10	106	49~146	154	22	19~22.6	24.1
辉橄岩	10	225	119~265	293	18	16.8~19.5	20.6

的磁性最强,磁铁矿剩余磁化强度Mr和磁化率K的常见值与变化范围均比其他岩石高很多倍,剩余磁化强度(Mr)常见值为 $4\,230 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ ,变化范围值为 $771 \sim 6\,903 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ ,最大值为 $7\,083 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ ,磁化率(K)常见值 $5\,240 \times 10^{-5} \text{ SI}$ ,变化范围值为

$4\,350 \sim 5\,620 \times 10^{-3} \text{ A/m}$ ,最大值 $5\,960 \times 10^{-5} \text{ SI}$ 。总体主要岩(矿)石磁化率的强弱次序为磁铁矿>矽卡岩>闪长玢岩>花岗斑岩>辉橄岩>花岗闪长岩>灰岩>砂岩>粉砂岩<sup>[7-8]</sup>。图3为研究区高精度磁测异常综合平面图。

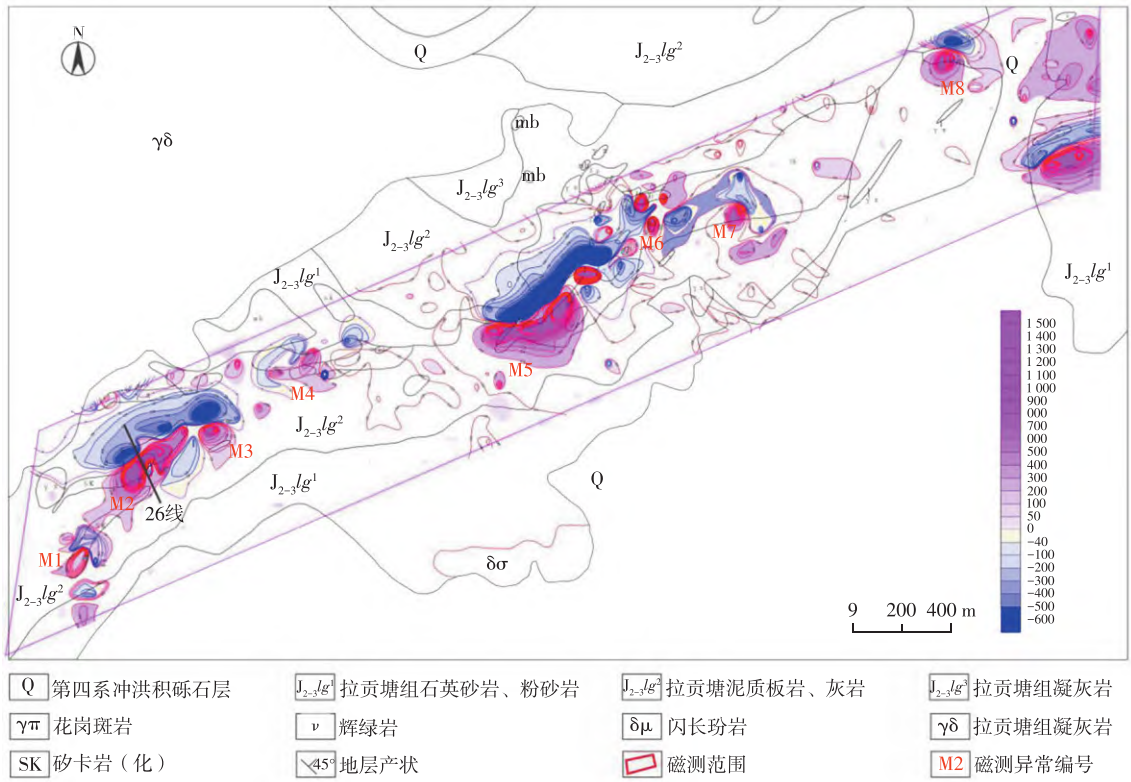


图 3 研究区高精度磁测异常综合平面图

Fig. 3 High-precision magnetic anomaly synthesis plan of the study area

3.2 地面高精度磁法测量

对久垄矿区共开展1:10 000地面高精度磁法测量工作26 km<sup>2</sup>,布设线距100 m,点距40 m,测线方位140°~320°。以磁异常200 nT为下限值,共圈定

出1:10 000地面高精度磁法测量异常8处,异常编号M1、M2、M3、M4、M5、M6、M7、M8,其中,规模较大异常为M1、M2、M3、M5、M6、M8异常(图4),1:10 000地面高精度磁法测量异常特征见表2。

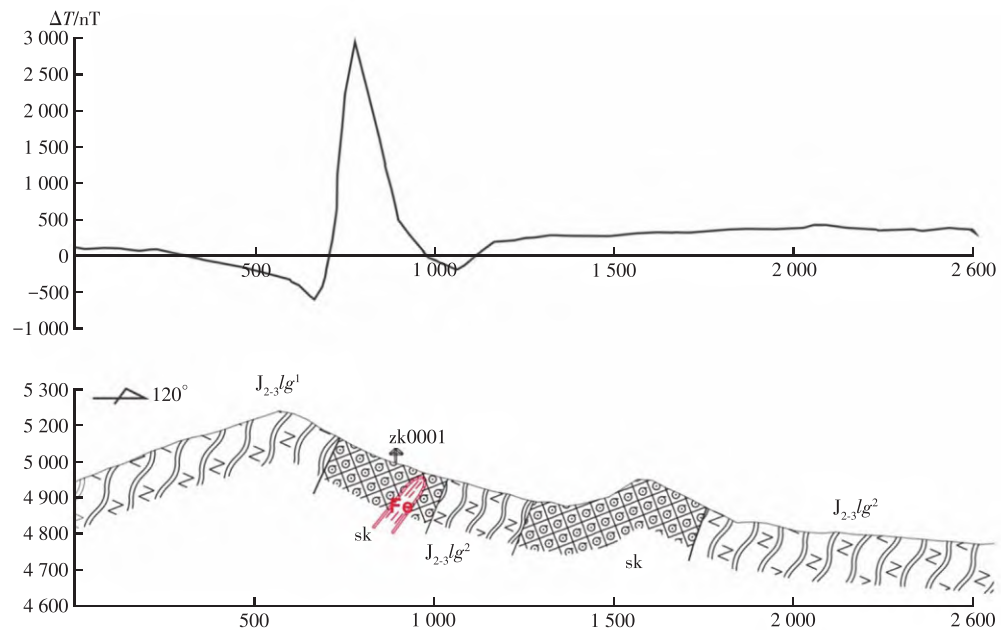


图 4 研究区地质-地球物理找矿模型(26线)

Fig. 4 Geological-geophysics prospecting model for the study area (26)

表 2 地面高精度磁法测量异常特征表

Table 2 Characteristic table of ground high precision magnetic anomaly

异常编号	面积/km <sup>2</sup>	常见值/nT	变化范围/nT	最大值/nT	异常形态	地质背景	异常原因
M1	0.04	700	300~800	1 212	走向北东向,为长长条带状,正负相伴	石英砂岩、灰岩、矽卡岩和磁铁矿	有找矿价值
M2	0.2	800	300~800	3 207	走向北东向,为长条带状,正负相伴	石英砂岩、凝灰岩、矽卡岩和磁铁矿	有找矿价值
M3	0.03	800	300~800	2 291	走向北东向,为长长条带状,正负相伴	石英砂岩、凝灰岩、矽卡岩和磁铁矿	有找矿价值
M5	0.4	2 000	300~1 200	4 870	走向北东向,为长条带状,正负相伴	石英砂岩、凝灰岩、矽卡岩和磁铁矿	有找矿价值
M6	0.04	800	300~800	4 193	走向北东向,倾向东南,倾角50~70°,正负相伴	石英砂岩、凝灰岩、矽卡岩和磁铁矿	有找矿价值
M8	0.05	800	300~900	4 019	走向北东向,倾向东南,倾角60~75°,正负相伴	石英砂岩、凝灰岩、矽卡岩和磁铁矿	有找矿价值

4 找矿模型构建

4.1 地质-地球物理找矿标志

根据久垄研究区内开展的1:10 000地质填图、1:10 000地面高精度磁法测量工作所取得的主要成果数据,结合成矿地质背景及成矿地质特征,初步总结地质-地球物理找矿标志如下:

- 1) 区域地质找矿标志.(1)大地构造位置标志:位于班公湖-怒江成矿带西段南侧。(2)成矿区带标志:属于日土-改则中生代铬铁矿多金属成矿亚带(Ⅲ-1(1))。
- 2) 局部地质找矿标志.(1)地层标志:中-上侏罗统拉贡塘组中段( $J_{2-3}lg^2$ )生物碎屑灰岩、结晶灰岩、角砾状灰岩等地层岩性出露部位。(2)构造标志:近北东-南西向断裂破碎带及其派生的次级构造褶皱位置。(3)岩浆岩标志:黑云二长花岗斑岩是成矿母岩,

为成矿提供了热源和物质来源。(4)露头标志:地表岩石风化颜色多为黄褐色、红褐色,呈明显的带状分布,尤其强褐铁矿化与孔雀石化出露位置。(5)围岩蚀变标志:矽卡岩是最为重要和关键的围岩蚀变标志,尤其黑云二长花岗斑岩内外接触带矽卡岩是找矿的有利地段<sup>[7]</sup>。

3) 地球物理找矿标志.(1)矿石物性标志:磁铁矿剩余磁化强度( $M_r$ )常见值为 $4\ 230\times10^{-3}\text{ A/m}$ ,变化范围值为 $771\sim6\ 903\times10^{-3}\text{ A/m}$ ,最大值为 $7\ 083\times10^{-3}\text{ A/m}$ ,磁化率( $K$ )常见值 $5\ 240\times10^{-5}\text{ SI}$ ,变化范围值为 $4\ 350\sim5\ 620\times10^{-3}\text{ A/m}$ ,最大值 $5\ 960\times10^{-5}\text{ SI}$ 。(2)异常特征标志:1:10 000地面高精度磁法测量显示,磁异常走向北东-南西向,磁异常正负相伴,正磁异常在南东侧,负磁异常在北西侧的磁异常区,磁测 $\Delta T$ 大于200 nT的强磁异常区是有利的找矿部位,异常区内均

发现了不同规模的磁矿(化)体<sup>[7-8]</sup>。

4.2 地质-地球物理找矿模型

在综合阐述分析了久垄铁矿床成矿地质背景、矿

区地质特征和地球物理异常特征基础上,总结了地质-地球物理找矿标志<sup>[9]</sup>,由此构建地质-地球物理综合找矿模型见表3和图4。

表3 研究区地质-地球物理综合找矿模型

Table 3 Geological-geophysics integrated prospecting model for the study area

项目	评价内容
成矿评价信息	地球物理 磁铁矿剩余磁化强度( $M_r$ ) 常见值为 $4\ 230\times 10^{-3}\text{ A/m}$ ,变化范围值为 $771\sim 6\ 903\times 10^{-3}\text{ A/m}$ ,磁化率( $K$ ) 常见值 $5\ 40\times 10^{-5}\text{ SI}$ ,变化范围值为 $4\ 350\sim 5\ 620\times 10^{-3}\text{ SI}$ 。
	地面高精度磁法测量显示,异常走向北东-南西向,磁异常正负相伴,正磁异常在南东侧,负磁异常在北西侧的磁异常,磁测 $\Delta T$ 大于200 nT的强磁异常区是有利找矿部位。
	含铁建造 铁矿体主要赋存于矽卡岩类岩石中,矽卡岩带主要分布于黑云二长花岗斑岩与中-上侏罗统拉贡塘组中段( $J_{2-3}lg^2$ )生物碎屑灰岩、结晶灰岩、角砾状灰岩等地层接触带上,接触带矽卡岩是找铁矿最为有利部位。
	断裂构造 近北东-南西向断裂破碎带及派生次级构造褶皱位置为控矿容矿构造。
矿床评价信息	岩浆岩 黑云二长花岗斑岩是成矿母岩,为成矿提供了热源和物质来源。
	矿化蚀变 岩体与地层内外接触带附近具强褐铁矿化、硅化、黄铁矿化、孔雀石化等围岩蚀变是找矿的有利地段。
	含矿岩石 铁矿体主要赋存于矽卡岩类岩石中,矽卡岩类岩石为铁矿体含矿岩石。
矿石矿物	矿石矿物主要为磁铁矿,其次为少量的赤铁矿、褐铁矿、孔雀石等,伴生矿物有微量黄铜矿、辉铜矿、硅孔雀石等。

5 找矿靶区圈定

5.1 靶区圈定原则

1:10 000地面高精度磁法测量圈定的异常区内,经圈出的异常查证工作,已发现磁铁矿体并有望找到中型及以上矿床的地段划为Ⅰ级找矿靶区;1:10 000地面高精度磁法测量圈定的异常区内,成矿地质条件对比已知矿床研究十分有利,推测可能找到小型工业矿床的地段划为Ⅱ级找矿靶区;1:10 000地面高精度磁法测量圈定的异常区内,分析研

究具有一定地质成矿基础的地段划为Ⅲ级找矿靶区<sup>[9-18]</sup>。

5.2 找矿靶区圈定

综合分析矿区地质特征、地质-地球物理综合找矿标志及地质-地球物理综合找矿模型<sup>[9]</sup>,在久垄铁矿区共圈定找矿靶区3处,圈定Ⅰ类找矿靶区2处,为久垄和它扎找矿靶区,Ⅱ级找矿靶区1处,为垄东嘎尔布找矿靶区。久垄找矿靶区主要依据M1、M2、M3、M4,它扎找矿靶区主要依据M5、M6、M7,垄东嘎尔布找矿靶区主要依据M8(图5)。

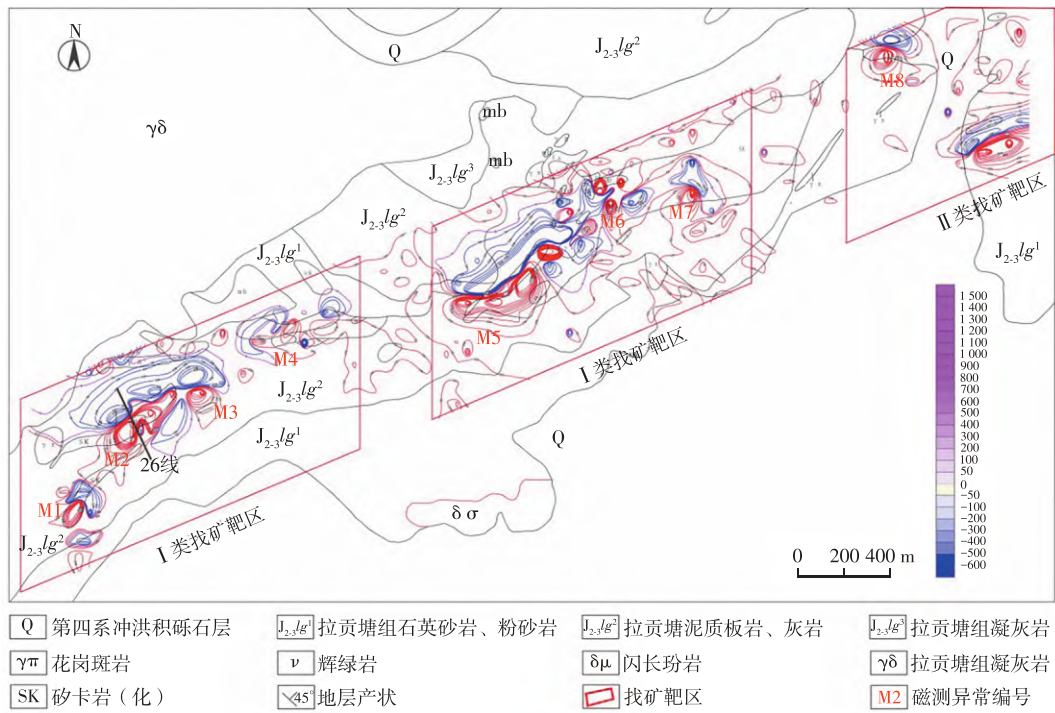


图5 研究区找矿靶区图

Fig. 5 Prospecting target area map of the study area



### 5.3 靶区找矿验证

在久垄Ⅰ类找矿靶区施工探槽及钻探工程进行查证,发现大规模的磁铁矿化带,磁铁矿化带沿走向控制延伸长达4 000 m,地表圈定矿体9个,矿体呈巨厚板状体、似层状、层状、透镜体状,矿体沿走向延伸较稳定,磁铁矿品位为35%~65%。其中,久垄Fe2规模大,矿体呈巨厚板状体,走向NE-SW,

矿体控制长度1 300 m,厚度18~25 m,控制斜深300 m,平均品位46.03%,深部和外围找矿潜力大(图6)。在它扎Ⅰ类找矿靶区开展验证工作,矿区已经发现磁铁矿体露头、大面积矽卡岩及分带,对磁铁矿体露头进行槽探控制7条磁铁矿体,磁铁矿品位为30%~65.79%,平均品位47.82%,深部找矿潜力大<sup>[19-22]</sup>。

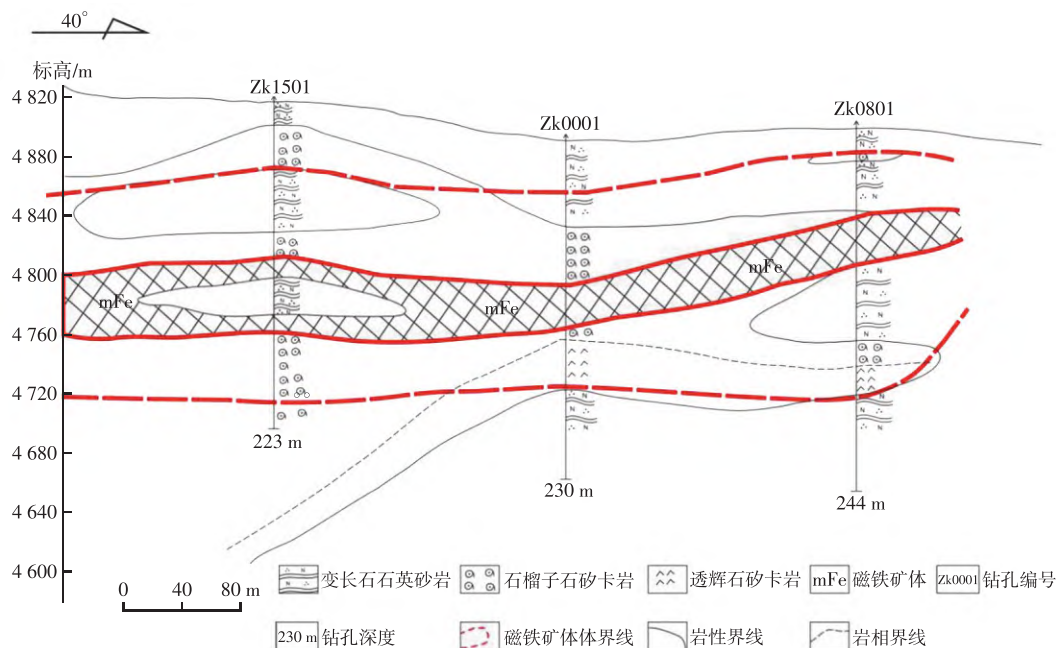


图6 久垄矿区(Fe2)0线勘探线纵剖面图

Fig. 6 Vertical section of exploration line 0 in Jiulong mining area (Fe2)

## 6 结论与建议

在系统分析成矿地质背景、矿区地质特征及地球物理异常特征的基础上,进一步凝练了关键的地质-地球物理找矿标志,据此,建立了研究区的地质-地球物理综合找矿模型,该模型的应用有效指导了研究区找矿勘查实践,取得了显著的找矿突破,主要认识与成果如下:

1)在久垄-它扎-垄东嘎尔布地区,采用1:10 000地质填图、1:10 000地面高精度磁法测量,结合探槽揭露追索与钻探工程验证的综合勘查技术方法,实现了铁矿的找矿突破,为区域找矿提供新的技术途径,该矿床是班公湖-怒江成矿带西段南侧近年新发现的矽卡岩型钨多金属矿床,具有优越的成矿地质条件。研究区内实施的1:10 000地面高精度磁法测量显示出规模显著异常表现,深部和外围地段存在巨大的找矿潜力,有望达到大型矿床规模。

2)研究表明久垄铁矿床具强褐铁矿化、硅化、黄

铁矿化现象的黑云二长花岗斑岩是成矿母岩,为成矿提供了热源与丰富的物质来源,近北东-南西向断裂破碎带及共轭派生的次级构造及褶皱是控矿容矿构造,黑云二长花岗斑岩与中-上侏罗统拉贡塘组中段结晶灰岩、角砾状灰岩、生物碎屑灰岩形成矽卡岩化是最为关键的蚀变标志与围岩条件。

3)研究区内磁铁矿磁性最强,剩余磁化强度高达 $7.083 \times 10^{-3}$  A/m,磁化率高达 $5.960 \times 10^{-5}$  SI,磁异常形态总体走向北东,磁异常正负相伴,正磁异常在南东侧,负磁异常在北西侧,磁测 $\Delta T$ 大于200 nT的强磁异常区是有利的找矿部位。久垄-它扎-垄东嘎尔布地区1:10 000地面高精度磁法测量共圈定综合异常8处,编号分布为M1-M8,异常区有找矿价值。

4)构建的该地质-地球物理综合找矿模型可以有效指导久垄铁矿区的找矿,在久垄Ⅰ类找矿靶区地表圈定9个磁铁矿体,在它扎Ⅰ类找矿靶区圈定7条磁铁矿体,磁铁矿品位为30%~65.79%,平均品位46.03%,深部和外围找矿潜力大。久垄铁矿床

的发现为区域找铁矿提供了新的技术途径,建议在新一轮的找矿突破行动中,在久垄-它扎-垄东嘎尔布地区加大工程经费投入,实现铁矿找矿的更大突破。

### 参 考 文 献

- [1] 唐菊兴. 青藏高原及邻区重要成矿带矿产资源基地调查与研究进展[J]. 岩石学报, 2019, 35(3): 617-624.  
TANG Juxing. Mineral resources base investigation and research status of the Tibet Plateau and its adjacent major metallogenic belts[J]. Acta Petrologica Sinica, 2019, 35(3): 617-624.
- [2] 王勤, 唐菊兴, 陈毓川, 等. 西藏多龙超大型铜(金)矿集区成矿模式与找矿方向[J]. 岩石学报, 2019, 35(3): 879-896.  
WANG Qin, TANG Juxing, CHEN Yuchuan, et al. The metallogenic model and prospecting direction for the Duolongsuper large copper (gold) district, Tibet[J]. Acta Petrologica Sinica, 2019, 35(3): 879-896.
- [3] 唐菊兴, 宋扬, 王勤, 等. 西藏铁格隆南铜(金银)矿床地质特征及勘查模型-西藏首例千万吨级斑岩-浅成低温热液型矿床[J]. 地球学报, 2016, 37(6): 663-690.  
TANG Juxing, SONG Yang, WANG Qin, et al. Geological characteristics and exploration model of the Tiegelongnan Cu (Au-Ag) deposit: the first ten million tons metal resources of a porphyry-epithermal deposit in Tibet[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2016, 37(6): 663-690.
- [4] 张志, 唐菊兴, 李志军, 等. 西藏尕尔穷-嘎拉勒铜金矿集区侵入岩岩石地球化学特征及其地质意义[J]. 地质与勘探, 2013, 49(4): 676-688.  
ZHANG Zhi, TANG Juxing, LI Zhijun, et al. Petrology and geochemistry of intrusive rocks in the Gaerqiong-Galale ore concentration area, Tibet and their geological implications[J]. Geology and Exploration, 2013, 49(4): 676-688.
- [5] 毛敬涛, 杨竹森, 何林, 等. 西藏嘎拉勒铜金矿床地质特征与控矿条件分析[J]. 岩石矿物学杂志, 2016, 35(4): 677-691.  
MAO Jingtao, YANG Zhusen, HE Lin, et al. Geological features and ore controlling factors of the Galale Cu-Au deposit in Tibet[J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2016, 35(4): 677-691.
- [6] 曲晓明, 王瑞江, 代晶晶, 等. 西藏班公湖-怒江缝合带中段梅雄斑岩型铜矿的发现及意义[J]. 矿床地质, 2012, 31(1): 1-12.  
QU Xiaoming, WANG Ruijiang, DAI Jingjing, et al. Discovery of Xiongmei porphyry copper deposit in middle segment of Bangonghu-Nujiang suture zone and its significance [J]. Mineral Deposits, 2012, 31(1): 1-12.
- [7] 代克刚, 张旭东, 达瓦顿珠, 等. 西藏阿里革吉县久垄矿区铁矿普查报告[R]. 拉萨: 西藏地质矿产勘查开发局第五地质大队, 2014.  
DAI Kegang, ZHANG Xudong, DA Wadunzhu, et al. General survey report of iron ore in Jiulong County, Geji, Tibet [R]. Lasa: The Fifth Geological Brigade, Tibet Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, 2014.
- [8] 代克刚, 白云, 李静康, 等. 西藏日土县久垄铁矿区地球物理特征及找矿预测[J]. 有色金属(矿山部分), 2023, 75(6): 128-135.  
DAI Kegang, BAI Yun, LI Jingkang, et al. Geophysics characteristics and prospecting prediction of Jiulong iron deposit in Hitu County, Tibet[J]. Nonferrous Metals (Mining Section), 2023, 75(6): 128-135.
- [9] 耿全如, 毛晓长, 张璋, 等. 西藏班公湖-怒江成矿带中、西段岩浆弧新认识及其对找矿的启示[J]. 中国地质调查, 2015, 2(2): 1-11.  
GENG Quanru, MAO Xiaochang, ZHANG Zhang, et al. New understanding in the middle and est Pawrt of Bangong lake-Nujiang river metallogenic belt and its implication for prospecting [J]. Geological Survey of China, 2015, 2(2): 1-11.
- [10] 宋扬, 唐菊兴, 曲晓明, 等. 西藏班公湖-怒江成矿带研究进展及一些新认识[J]. 地球科学进展, 2014, 29(7): 795-809.  
SONG Yang, TANG Juxing, QU Xiaoming, et al. Progress in the study of mineralization in the Bangongco-Nujiang metallogenic belt and some new recognition[J]. Advances in Earth Science, 2014, 29(7): 795-809.
- [11] 岳国利, 李敏, 廖诗进, 等. 西藏班公湖-怒江成矿带东段热昌金多金属矿地质特征及找矿预测[J]. 金属矿山, 2023, 561(3): 157-168.  
YUE Guoli, LI Min, LIAO Shijin, et al. Geological characteristics and prospecting prediction of rechang gold polymetallic deposit in the eastern section of Bangonghu-Nujiang metallogenic belt, Tibet [J]. Meral Mine, 2023, 561(3): 157-168.
- [12] 刘洪, 李光明, 黄瀚霄, 等. 藏北商旭造山型金矿床成矿物质来源探讨: C、S、Pb 同位素证据[J]. 地质评论, 2018, 64(5): 1285-1301.  
LIU Hong, LI Guangming, HUANG Hanxiao, et al. Sources of oreforming materials in the Shangxu Orogenic Gold Deposit, Northern Xizang (Tibet): constraints form C, S, and Pb isotopes [J]. Geological Review, 2018, 64(5): 1285-1301.
- [13] 赵元艺, 宋亮, 樊兴涛, 等. 西藏申扎县舍索铜多金属矿床辉钼矿 Re-Os 年代学及地质意义[J]. 地质通报, 2009, 83(8): 1150-1158.  
ZHAO Yuanyi, SONG Liang, FAN Xingtao, et al. Re-Os dating of molybdenite from the Shesuo copper polymetallic ore in Shenzha County, Tibet and its geological significance [J]. Acta Geologica Sinica, 2009, 83(8): 1150-1158.
- [14] 董磊, 李光明, 黄瀚霄, 等. 西藏班戈县拉青铜多金属矿床地球化学特征和年龄[J]. 地质通报, 2013, 32(5): 767-773.  
DONG Lei, LI Guangming, HUANG Hanxiao, et al. Geochemical characteristics, chronology and the significance of Laqing copperpolymetallic skarn deposit, Bange County, Tibet [J]. Geological Bulletin of China, 2013, 32(5): 767-773.
- [15] 雷传杨, 李威, 尹显科, 等. 江玛-赛登地区铜多金属矿点地质特征及找矿前景[J]. 金属矿山, 2016(7): 144-150.  
LEI Chuanyang, LI Wei, YIN Xianke, et al. Geological characteristics and prospecting potential of Jiangma-Saideng copper polymetallic ore spots [J]. Metal Mine, 2016(7): 144-150.



- [16] 潘桂棠, 肖庆辉, 陆松年, 等. 中国大地构造单元划分[J]. 中国地质, 2009, 36(1): 1-28.  
PAN Guitang, XIAO Qinghui, LU Songnian, et al. Subdivision of tectonic units in China [J]. *Geology in China*, 2009, 36(1): 1-28.
- [17] 耿全如, 张璋, 彭智敏, 等. 西藏雄梅-班戈花岗岩带岩石地球化学与成矿作用[J]. 地球科学, 2020, 45(8): 2805-2825.  
GENG Quanru, ZHANG Zhang, PENG Zhimin, et al. Petrogeo-chemistry and metallogenesis related to Xiongmei-Baigoin granitic zone in Central Tibet[J]. *Earth Science*, 2020, 45(8): 2805-2825.
- [18] 伍登浩, 高顺宝, 郑有业, 等. 西藏班公湖-怒江成矿带南侧矽卡岩型铜多金属矿床 S、Pb 同位素组成及成矿物质来源[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2018, 48(1): 70-86.  
WU Denghao, GAO Shunbao, ZHENG Youye, et al. Sulfur and lead isotopic composition and their ore forming material source of skarn copper polymetallic deposits in Southern Tibet Bangonghu-Nujiang metallogenic belt[J]. *Journal of Jilin University (Earth science Edition)*, 2018, 48(1): 70-86.
- [19] 高珂, 多吉, 唐菊兴, 等. 西藏多龙矿集区拿若铜(金)矿床蚀变特征[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2016, 35(6): 1227-1237.  
GAO Ke, DUO Ji, TANG Juxing, et al. Alteration of Naruo porphyry Cu (Au) deposit in the Duolong ore-concentration area, Tibet[J]. *Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry*, 2016, 35(6): 1227-1237.
- [20] LOWELL J D, GUILBERT J M. Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits[J]. *Economic Geology*, 1970, 65: 373-408.
- [21] 潘桂棠, 王立全, 张万平, 等. 青藏高原及邻区大地构造图及说明书[M]. 北京: 地质出版社, 2013.  
PAN Guitang, WANG Liquan, ZHANG Wanping, et al. Tectonic map and description of the Qinghai Tibet Plateau and its adjacent areas[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2013.
- [22] 耿全如, 潘桂棠, 王立全, 等. 班公湖-怒江成矿带、羌塘地块特提斯演化与成矿地质背景[J]. 地质通报, 2011, 30(8): 1261-1274.  
GENG Quanru, PAN Guitang, WANG Liquan, et al. Tethyan evolution and metallogenic geological background of the Bangong Co-Nu-jiang belt and the Qiangtang massif in Tibet [J]. *Geological Bulletin*, 2011, 30(8): 1261-1274.